



THEORIE

Cours de radio par correspondance

OPTIQUE.

Pour compléter les connaissances théoriques acquises jusqu'à présent, dans le domaine de la physique, il est nécessaire d'étudier, même succinctement, une partie importante de la physique, à savoir l'OPTIQUE.

Le phénomène que nous étudierons est la lumière ; sa place dans un cours de radio-électricité, peut sembler, à un lecteur non averti, une perte de temps.

En réalité, pour un technicien radio, il est indispensable de connaître les lois qui gouvernent les phénomènes lumineux, car il existe maintenant des liens étroits entre l'électronique et l'optique dans les domaines les plus divers.

Je peux vous citer, à ce propos, une rapide liste d'applications dans lesquelles l'optique et l'électronique sont étroitement imbriquées.

Ce sont en particulier :

- la télévision
- le cinéma
- la microscopie électronique
- la photographie

Nous nous étendrons sur la télévision et sur le cinéma sonore dans les prochaines leçons, toujours dans les limites imposées par le présent cours; il est donc nécessaire que vous ayez des connaissances en optique suffisantes, pour la bonne compréhension des phénomènes qui s'y rapportent.

La STROBOSCOPIE a pour but d'examiner des objets en mouvement rapide , à l'aide d'éclairs de lumière, en synchronisme avec le mouvement lui-même ; avec l'électronique, on parvient aujourd'hui, à des résultats vraiment remarquables dans ce domaine.

De même dans la microscopie, l'aide de l'électronique a apporté une révolution considérable avec le MICROSCOPE ELECTRONIQUE, l'optique et l'électronique forment là un ensemble parfait et indivisible.

Un autre domaine intéressant des applications de l'électronique est celui de la photographie avec flash électronique utilisé en remplacement de la lampe

classique de magnésium ou de ses dérivés.

Des connaissances d'optique sont donc indispensables à tout technicien radio qui désire être au courant des découvertes les plus modernes, ou qui a l'intention de se diriger vers une de ces spécialités.

Dans cette leçon, nous étudierons donc la LUMIERE, certaines particularités de l'optique et une de ses principales applications, la PHOTOGRAPHIE.

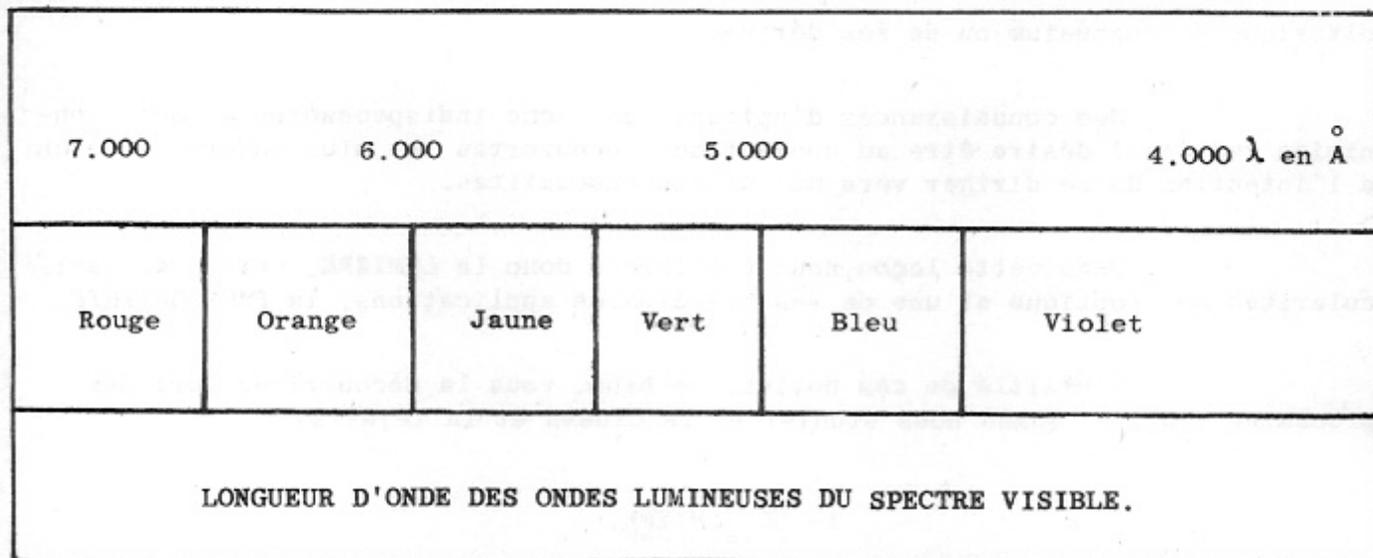
L'utilité de ces notions de base, vous la découvrirez lors des prochaines leçons, quand nous étudierons le cinéma et la télévision.

1- LA LUMIERE.

La lumière est formée par des ONDES LUMINEUSES, c'est-à-dire par des ondes électro-magnétiques semblables à celles employées en radio-électricité.

Leur longueur d'onde est extrêmement basse, et leur fréquence est donc très élevée.

Les longueurs d'ondes qui correspondent aux ondes lumineuses du spectre sont indiquées Fig. 1.



- Fig. 1 -

Sur la figure, la couleur correspondant à chaque fréquence est indiquée, mais cette variation n'est pas brusque, comme le donnerait à penser le tableau :

Elle se produit graduellement.

L'unité de longueur d'onde employée pour la lumière est l'Angstrom

($\overset{\circ}{A}$) dont la valeur est 0,1 millionième de millimètre, ou 10^{-8} cm.

1.1- Indice de réfraction.

La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, comme celle des ondes lumineuses, est d'environ 300.000 Km/sec. dans le vide.

A l'intérieur des corps, la vitesse de la lumière, dépend de leur constitution moléculaire.

Les diverses constitutions de ces derniers, portent à différentes vitesses les rayons lumineux qui les traversent, ce qui détermine un phénomène de réfraction de la lumière.

On peut trouver le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et dans le corps considéré, en tenant compte d'un coefficient nommé **INDICE DE REFRACTION**.

Les indices de réfraction dépendent de la longueur d'onde de la lumière, de la température, de la pression et, pour les solutions chimiques, du degré de concentration.

Le tableau de la Fig. 2- donne l'indice de réfraction de quelques

VALEUR DE L'INDICE DE REFRACTION RAPPORTE AU VIDE

Indice de réfraction pour différentes couleurs.

MILIEU CONSIDERE	ROUGE	VERT	INDIGO
Air	1,0002	1,0003	1,0003
Eau	1,3290	1,3352	1,3407
Diamant	2,46	2,48	2.50

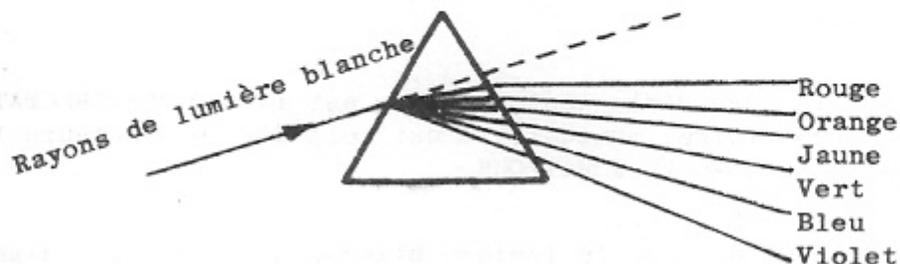
- Fig. 2 -

corps en fonction des couleurs rouge, vert et indigo.

1.2- Composition de la lumière.

Pour déterminer exactement une onde lumineuse, il faut en connaître la COULEUR et la LUMINOSITE. A partir de ces deux éléments, on peut obtenir la PUISSANCE DE RAYONNEMENT.

DECOMPOSITION DE LA LUMIERE BLANCHE AU TRAVERS D'UN PRISME.



- Fig. 3 -

La couleur dépend de la longueur d'onde, et la luminosité de l'intensité réelle du rayonnement.

En mélangeant les ondes lumineuses de chaque couleur suivant des proportions choisies, on obtient la couleur **BLANCHE**.

Le blanc peut être obtenu en ne mélangeant que deux couleurs nommées

COMPLEMENTAIRES, comme par exemple le jaune et le violet, l'orange et le bleu ciel le rouge et le vert.

La lumière d'une seule couleur est appelée **MONOCHROMATIQUE** ; la lumière blanche, au contraire, puisqu'elle est composée de plusieurs lumières monochromatiques, est nommée **POLYCHROMATIQUE**.

On peut diviser la lumière blanche en la faisant passer à travers un prisme en verre (Fig. 3-).

La longueur d'onde exacte de ses composantes est indiquée dans le tableau de la Fig. 4-.

1.3- Réfraction de la lumière.

Un rayon lumineux qui frappe un corps opaque peut être **ABSORBE** ou **REFLECHI**.

La réfraction varie d'un corps à l'autre et dépend de la surface elle-même ; il est donc correct de faire le rapport entre la lumière réfléchie et la lumière incidente pour obtenir le **POUVOIR REFLECTEUR** relatif à chaque surface.

A la Fig. 5- se trouve un tableau dans lequel est indiqué le pouvoir

LONGUEUR D'ONDE ET FREQUENCE DE LA LUMIERE SUIVANT LA COULEUR.

COULEUR	EN Å	F EN 10 ⁶ MHz
Rouge	6817	440
Orange	6149	487
Jaune	5600	535
Vert	5141	583
Bleu	4418	679
Violet	4127	726

N.B. - Le nombre qui donne la fréquence représente des millions de MHz.

- Fig. 4 -

réflecteur de quelques corps.

1.4- Substances radio-émisives.

Certaines substances, frappées par les rayons lumineux émettent à leur tour d'autres radiations lumineuses de diverses longueurs d'onde différentes. Elles sont nommées **FLUORESCENTES** et le phénomène est la **FLUORESCENCE**.

POUVOIR REFLECTEUR DE CERTAINS MATERIAUX.

Pouvoir réflecteur en %

- Argent	95
- Revêtement d'argent	88
- Or	85
- Surface blanche	80
- Mercure	73
- Revêtement de mercure	71
- Graphite	23
- Charbon	7

- Fig. 5 -

Ce principe est appliqué dans les lampes modernes d'éclairage.

La lumière est émise par des substances déposées sur la surface interne du tube de verre de la lampe, et l'excitation de ces substances est obtenue à partir de radiations peu lumineuses, produites à l'intérieur même du tube.

Les différentes composantes des substances employées donnent naissance à des fluorescences de couleurs diverses.

On a d'autres substances qui émettent de la lumière provenant, par exemple, d'une faible oxydation, ou parce qu'elles ont été frappées précédemment par une lumière intense.

Elles sont dites PHOSPHORESCENTES et sont employées par exemple, pour les peintures qui doivent être visibles dans l'obscurité, ou pour des tubes spéciaux à rayons cathodiques à longue persistance (dits à rémanence).

1.5- Polarisation de la lumière.

Comme autre propriété importante de la lumière, il faut citer la polarisation.

Un rayon de lumière est dit POLARISE quand l'oscillation lumineuse n'a lieu que dans un seul plan bien déterminé.

Un rayon quelconque de lumière normale peut être polarisé après réflexions ou réfractions à travers des plaques de verre ou de cristaux spéciaux.

Il existe des dispositifs optiques qui permettent de savoir si un rayon de lumière est polarisé ou non.

Le dispositif le plus connu est le PRISME DE NICOL ; il est formé

de deux prismes triangulaires taillés suivant un angle déterminé et collés ensemble par du baume du Canada, de façon à former un prisme unique quadrangulaire.

Un rayon de lumière naturelle, qui frappe ce prisme sous un certain angle, est réfléchi alors qu'un rayon de lumière polarisée passe facilement à travers le prisme.

Par suite de cette caractéristique, le prisme de Nicol est très employé pour obtenir de la lumière polarisée, nécessaire dans les examens cristallogiques et spectrographiques, et dans l'analyse des solutions.

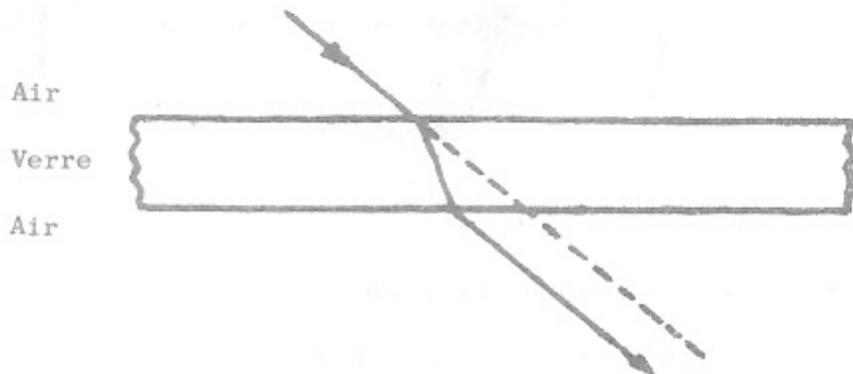
1.6- Autres caractéristiques de la lumière.

Je vous rappelle encore que la lumière, en partant d'une source lumineuse, suit un parcours rectiligne jusqu'à ce qu'elle traverse un autre milieu (air, verre, eau, etc...) ; mais si le rayon passe d'un milieu dans un autre, on observe un changement de sa direction, c'est-à-dire qu'il DIVERGE.

La Fig. 6- représente un rayon de lumière qui passe de l'air dans le verre et, de nouveau, dans l'air :

Le changement de direction a lieu quand le rayon entre dans le verre et quand il en sort, de telle sorte que la direction finale du rayon sera parallèle

DIVERGENCE DE LA LUMIERE

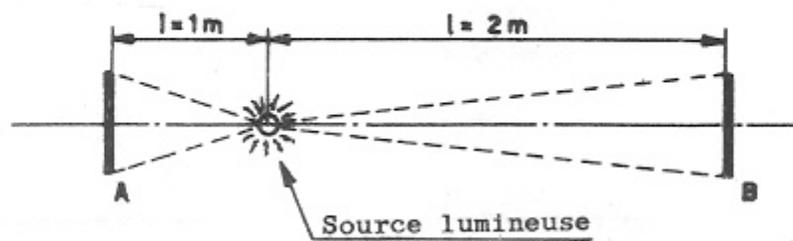


- Fig. 6 -

à sa direction primitive.

L'intensité de la lumière diminue à mesure qu'augmente la distance de l'observateur à la source lumineuse.

Si la distance double, l'intensité de lumière perçue est réduite à $1/4$ de sa valeur totale; on dit que l'intensité lumineuse reçue est inversement proportionnelle au carré de la distance (Fig. 7-).



A est 4 fois plus éclairé que B

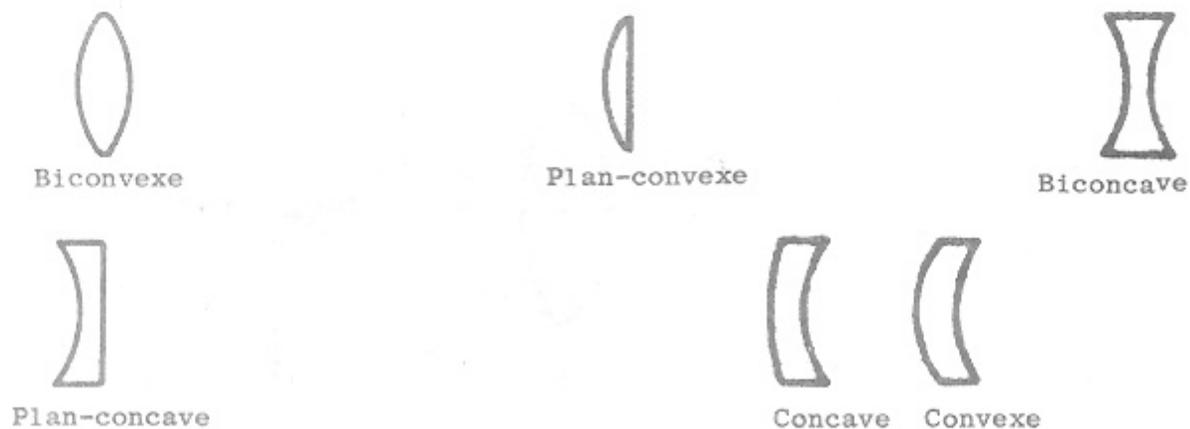
B est à une distance double de A

- Fig. 7 -

2- LES LENTILLES.

Les lentilles sont des objets constitués par des matières transparentes, destinées à modifier le parcours ou les dimensions d'un rayon de lumière.

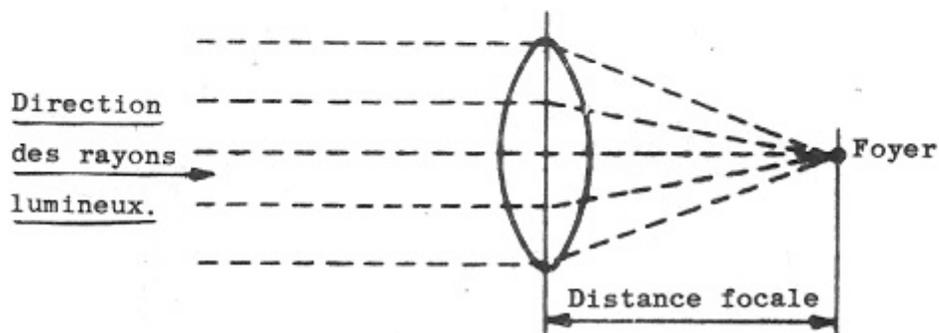
En général, elles sont en verre, mais peuvent aussi être formées par



- Fig. 8 -

du plexiglas ou par un liquide transparent, comme dans le cas du cristallin de l'oeil humain.

Normalement, les lentilles se distinguent par leur forme et la nature du corps qui les composent.



- Fig. 9 -

On a ainsi :

- A- lentilles convexes (ou biconvexes)
- B- lentilles plan-convexes
- C- lentilles concaves ou biconcaves
- D- lentilles plan-concaves
- E- lentilles concaves - convexes

A la Fig. 8- sont dessinés ces divers types de lentilles; leur forme justifie le nom qui les définit.

Les lentilles peuvent encore être classées en CONVERGENTES et DIVERGENTES, c'est-à-dire en lentilles qui convergent les rayons de lumière vers un point ou qui les divergent, c'est-à-dire les écarte les uns des autres.

Le point où convergent les rayons lumineux, après avoir traversé une lentille, est nommé FOYER de la lentille (Fig. 9-).

La distance du foyer au plan central de la lentille est la DISTANCE FOCALÉ.

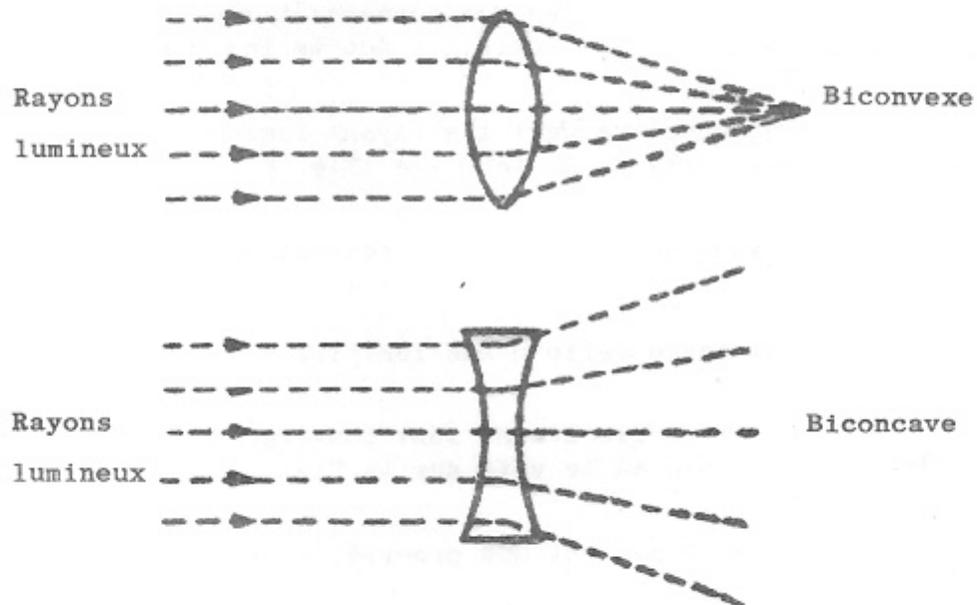
Cette distance varie d'une lentille à l'autre.

Les lentilles biconvexes sont convergentes et les lentilles biconcaves sont divergentes comme on le voit sur la Fig. 10-.

Les autres types ont des propriétés intermédiaires.

Un ensemble de lentilles, convenablement combinées forment un OBJECTIF.

Les lentilles peuvent être défectueuses, et entraîner des distorsions



- Fig. 10 -

ce défaut est appelé ABERRATION de la lentille.

3- LA PHOTOGRAPHIE.

Cette importante application de l'optique est le résultat de progrès scientifiques aussi bien dans le domaine de l'optique, que dans celui de la chimie.

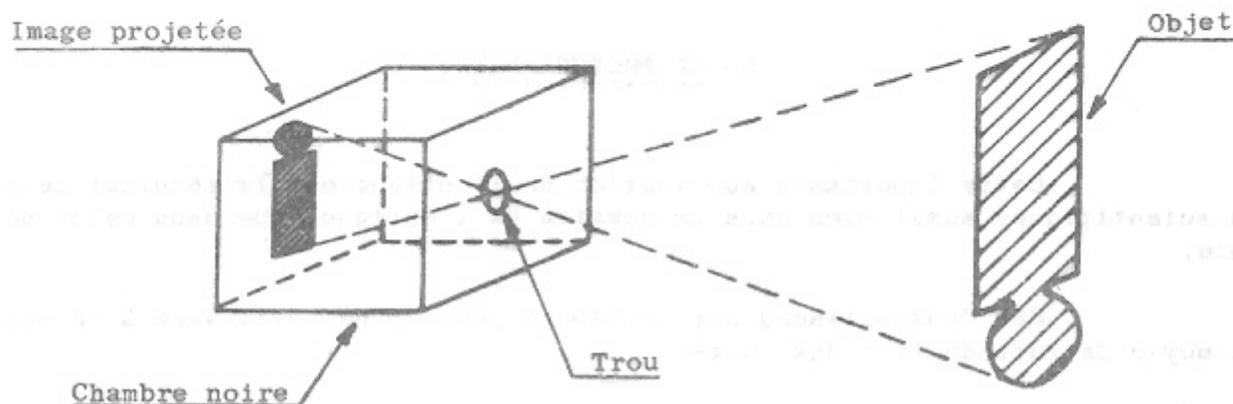
Ces deux sciences ont collaboré pour donner naissance à ce merveilleux moyen de reproduction des images.

3.1- Généralités.

Léonard de Vinci, le premier, avait décrit le phénomène optique qui se manifeste quand, dans une chambre obscure, on fait un petit trou dans un mur.

Comme le montre la Fig. 11-, les objets mis devant la chambre donnent naissance à des images sur le mur opposé au trou.

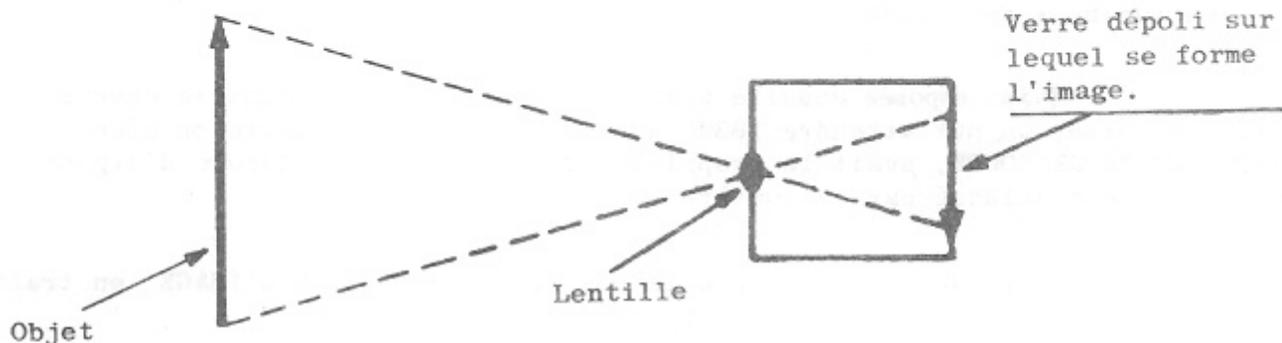
Si, à la place de la chambre, on a une boîte, le mur du fond étant constitué par un verre dépoli, les images seront visibles sur le verre lui-même.



- Fig. 11 -

En mettant une lentille à la place du trou, l'image sur le verre dépoli peut devenir plus lumineuse et plus nette, pourvu que le sujet examiné soit à une distance adéquate et que la lentille ait des caractéristiques convenables. (Fig. 12-).

La chambre noire décrite, est la base optique de tous les appareils photographiques.



- Fig. 12 -

Pour fixer les images, ainsi obtenues, il fallait encore un milieu qui puisse les conserver.

En 1802 un physicien anglais substitua au verre une feuille de papier recouverte de CHLORURE D'ARGENT.

Le chlorure d'argent a la propriété de devenir noir quand il est

exposé à la lumière, et, par suite, la feuille de papier, exposée dans la chambre noire, devenait plus ou moins noire à l'emplacement des taches ou des points plus ou moins lumineux de l'image.

Mais, exposée ensuite à la lumière normale, la feuille devenait complètement noire, On dut attendre 1839, année au cours de laquelle on découvrit que l'HYPOSULFITE DE SOUDE, avait la propriété de dissoudre le chlorure d'argent qui n'avait pas été attaqué par la lumière.

Cette découverte donna la possibilité de FIXER L'IMAGE en traitant la feuille de papier dans un bain approprié.

Les inventions et perfectionnements successifs ont modifié et amélioré le procédé de DEVELOPPEMENT et d'IMPRESSION des images, pour arriver à la véritable technique de la photographie.

Le papier a été remplacé par la cellulose, le bromure d'argent a été choisi comme émulsion sensible, et l'on a défini le procédé de développement et d'impression.

3.2- Procédé photographique.

La photographie est réalisée aujourd'hui de la façon suivante :

- a- Impression de l'émulsion, ou couche sensible, en chambre noire.
- b- DEVELOPPEMENT et FIXAGE de la pellicule sur laquelle est déposée la couche sensible. On obtient un NEGATIF, c'est-à-dire l'image dans laquelle le noir est substitué au blanc et vice-versa.
- c- IMPRESSION, DEVELOPPEMENT et FIXAGE de la photographie pour obtenir le positif, c'est-à-dire la véritable image. Le positif s'obtient en plaçant le négatif sur le papier sensible choisi pour l'impression et en l'éclairant pendant un certain laps de temps.

Comme le papier sensible est lui aussi recouvert d'une couche de bromure, les points frappés par la lumière deviennent noirs.

De cette manière, on obtient l'inversion du négatif c'est-à-dire l'image réelle.

Il est bon d'observer la structure intime des émulsions employées pour la photographie :

Elles sont formées par plusieurs petites parcelles (grains) qui se comportent indépendamment l'une de l'autre et qui se modifient, quand la lumière les frappe.

L'ensemble de ces parcelles, ou grains élémentaires, est à l'origine de l'image.

La rapidité avec laquelle l'émulsion se transforme sous l'action de la lumière, est nommée SENSIBILITE de l'émulsion.

Chaque émulsion réagit différemment aux couleurs pour les traduire en blanc et noir.

On a donc :

O- émulsion orthochromatique

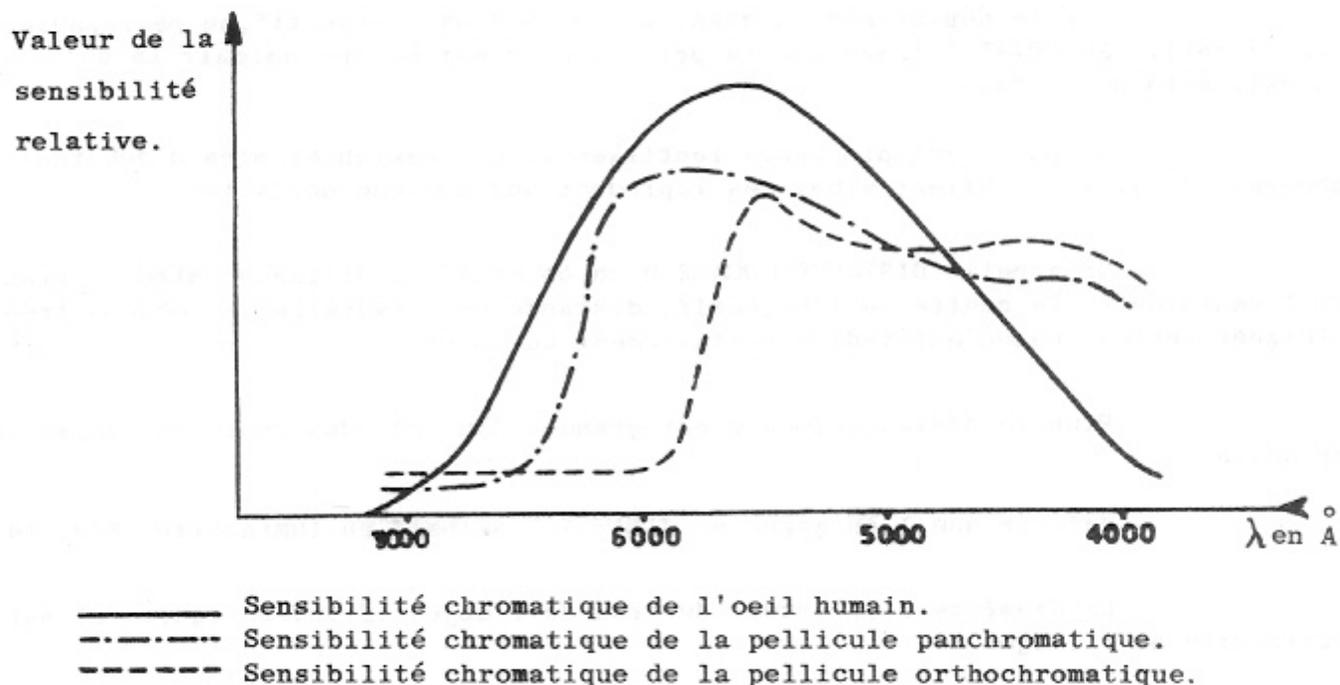
P- émulsion panchromatique

L'émulsion orthochromatique a une bonne sensibilité au vert et une mauvaise sensibilité au rouge et orange ; la panchromatique au contraire est sensible à toutes les couleurs du spectre (Fig. 13-).

Pour corriger la sensibilité des pellicules à certaines couleurs, on emploie parfois des filtres placés devant l'objectif de l'appareil.

3.3- Optique et mécanique de l'appareil photographique.

Jusqu'à maintenant, on a parlé de lentilles disposées à l'ouverture de la chambre ; en réalité, il s'agit presque toujours d'un ensemble de lentilles ,



- Fig. 13 -

c'est-à-dire, d'un véritable objectif.

Par le déplacement d'avant en arrière de l'objectif, on peut parfaitement mettre AU POINT l'image sur la pellicule, c'est-à-dire obtenir la netteté la meilleure de l'image.

En utilisant plusieurs lentilles accouplées, on élimine d'éventuelles aberrations et l'on obtient ainsi des reproductions presque parfaites.

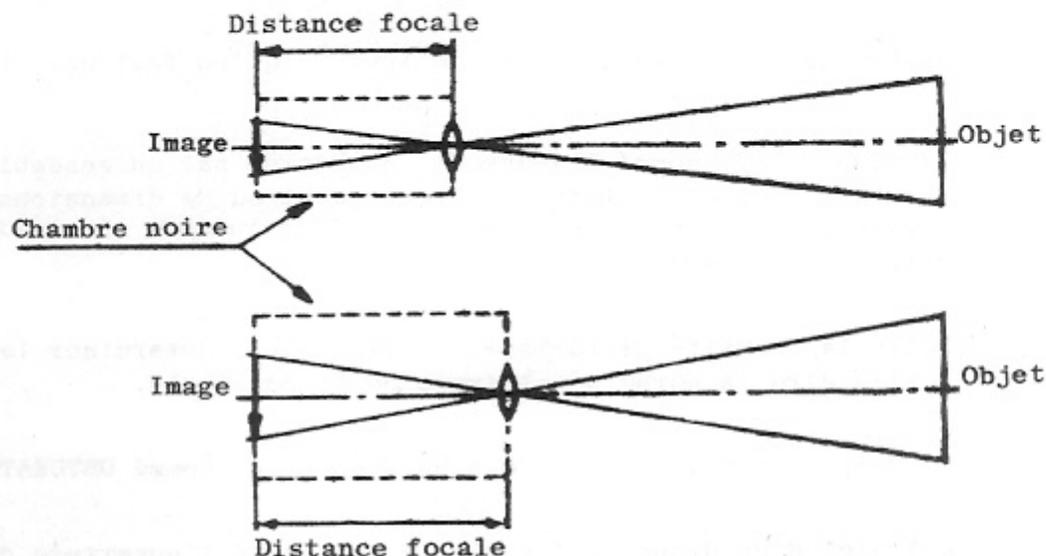
On appelle DISTANCE FOCALE d'un objectif, la distance entre le plan et l'émulsion et le centre de l'objectif, distance pour laquelle les objets très éloignés restent nets c'est-à-dire parfaitement au point.

Plus la distance focale est grande, plus grandes sont les images reproduites.

Mais, ce que l'on gagne en dimension se perd en luminosité (Fig. 14).

Le diamètre d'ouverture du trou de l'objectif influe également sur la luminosité de l'image.

En effet, la lumière pouvant pénétrer dans la chambre noire et impressionner la pellicule, est fonction de l'ouverture du diaphragme : elle augmente quand l'ouverture augmente et inversement.



- Fig. 14 -

Pour exprimer d'une façon appropriée la qualité d'un objectif, c'est-à-dire sa LUMINOSITE (capacité de recueillir un grand nombre de rayons lumineux pour les concentrer sur la couche sensible), on peut faire le rapport entre sa distance focale et le diamètre ou ouverture de l'objectif.

Le sujet à photographier pouvant être plus ou moins lumineux, il peut réfléchir une quantité variable de lumière qui l'éclaire, ce qui rend nécessaire

un dispositif capable de régler la quantité de lumière qu'on fait entrer dans la chambre noire.

Ce dispositif, nommé **DIAPHRAGME**, est formé par un ensemble de lamelles qui peuvent être réglées de façon à obtenir un trou de dimensions choisies pour ne laisser arriver à l'objectif que la quantité de lumière nécessaire à une impression correcte de la pellicule.

Outre la quantité de lumière, il faut aussi déterminer le **TEMPS D'EXPOSITION**, c'est-à-dire la durée d'éclairage de la pellicule.

Ce temps est réglé à l'aide d'un dispositif nommé **OBTURATEUR**.

A l'aide d'un dispositif à déclic, on règle l'ouverture de l'obturateur.

La lumière en passant à travers le diaphragme, qui a été réglé et à travers l'objectif, arrive à la pellicule et impressionne la couche sensible.

Après un temps très court, ajustable normalement de "1 seconde" à "1/1.000 de seconde", l'obturateur se referme automatiquement en empêchant toute entrée de rayons lumineux à l'intérieur de la chambre noire.

Mécaniquement, l'obturateur peut être constitué par un rideau qui

se déplace devant la pellicule ou par une ou plusieurs lamelles, disposées derrière l'objectif, qui peuvent s'ouvrir et se fermer simultanément.

L'ensemble de tous ces dispositifs décrits, constitue l'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE.

On a donc une chambre noire formée d'une boîte en bois, ou en métal, sur laquelle sont montés des systèmes optiques et mécaniques, constitués par le diaphragme, l'objectif et l'obturateur.

L'ensemble du système doit pouvoir se déplacer par rapport à la pellicule pour obtenir le réglage du foyer en fonction de la distance du sujet qu'on doit photographier.

Comme dispositifs auxiliaires pour l'emploi de l'appareil, on peut citer le VISEUR (pour cadrer le sujet), le TELEMETRE (pour mesurer la distance du sujet et régler sa mise au point), le PHOTOMETRE (pour la mesure de l'intensité lumineuse du sujet et le réglage correspondant du diaphragme).

A ceux-ci s'ajoutent plusieurs autres perfectionnements mécaniques qui complètent l'appareil pour rendre son fonctionnement sûr et facile, comme par exemple :

L'avancement pré-réglé de la pellicule, le blocage pour éviter les

doubles expositions, le compteur de vues et ainsi de suite.

4- FLASH ELECTRONIQUE.

Quand la lumière qui éclaire le sujet est faible, il faut recourir à des lampes à haute intensité lumineuse ou éclairs FLASH.

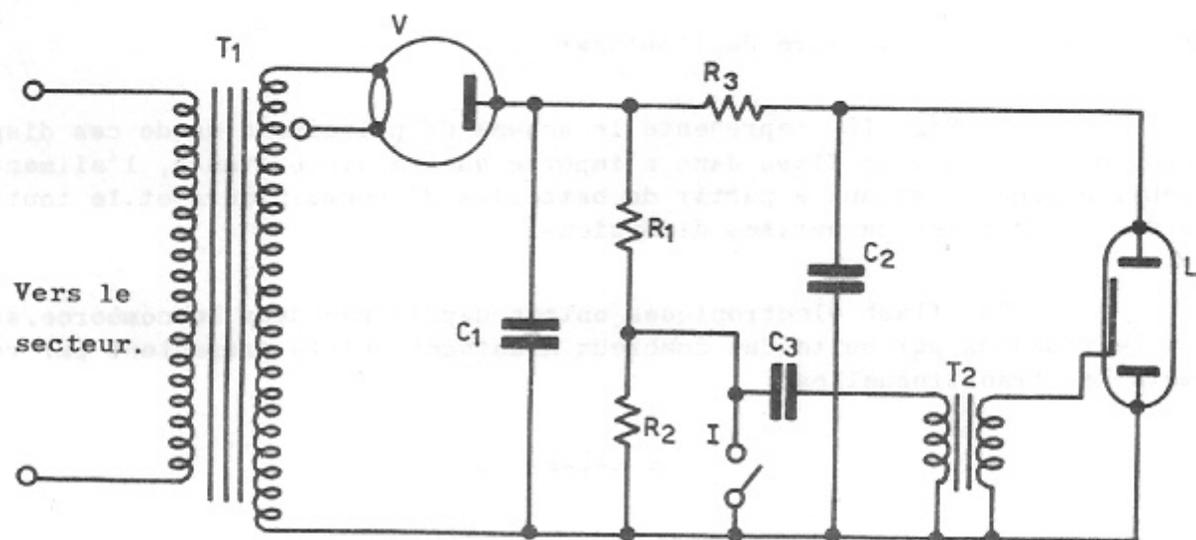
Autrefois, on employait le magnésium qui, en brûlant rapidement, produisait une flamme vive et claire.

Ensuite, on fit un large emploi de lampes qui s'allumaient une seule fois en donnant un éclair intense, après quoi il fallait les remplacer.

Aujourd'hui, grâce à la technique électronique, on se sert de lampes spéciales dont le verre est rempli de gaz rare (en général de l'argon), et dans lesquelles, on déclenche une forte décharge électrique.

L'éclair que l'on obtient est violent et peut être renouvelé des milliers de fois avec la même lampe.

En raccordant l'électrode qui détermine la naissance de la décharge à l'obturateur de l'appareil, on obtient un synchronisme entre la production du



- L = Lampe à décharge dans le gaz.
 T1 = Transformateur d'alimentation.
 T2 = Transformateur élévateur de tension.
 V = Valve.
 C1 = Condensateur de filtrage.
 C2 = Condensateur de décharge.
 C3 = Condensateur de commande.
 R1-R2 = Diviseur de tension.
 R3 = Résistance limiteuse de courant.

flash lumineux et l'ouverture de l'obturateur.

La Fig. 15- représente le schéma de principe d'un de ces dispositifs. Pour pouvoir utiliser le flash dans n'importe quelle circonstance, l'alimentation est habituellement obtenue à partir de batteries d'accumulateurs et le tout est renfermé dans un boîtier de petites dimensions.

Ces flash électroniques entrés depuis peu dans le commerce, se sont très vite répandus par suite des nombreux avantages qu'ils présentent par rapport aux méthodes traditionnelles.

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION

SUR LA 45ème LECON THEORIQUE F.M

- 1- La plus grande difficulté dans la réalisation d'un récepteur mixte réside dans le problème des commutations, c'est-à-dire dans la transformation instantanée du récepteur "A.M." en récepteur "F.M." et inversement.
- 2- Le tube qui a considérablement simplifié les circuits de détection "A.M." et "F.M." est le type "EABC 80".
- 3- La réduction sensible du nombre de tubes dans un récepteur mixte n'a pu s'obtenir que par l'emploi de tubes multiples.

=====

EXERCICES DE REVISION SUR LA 46ème LECON THEORIQUE F.M.

- 1- Qu'est-ce que la lumière ?
- 2- De quoi dépend la couleur d'une onde lumineuse ?
- 3- Qu'est-ce que la lumière monochromatique ?
- 4- Qu'est-ce qu'une substance dite fluorescente ?
- 5- A quoi sert le prisme de Nicol ?
- 6- Qu'est-ce qu'une lentille ?
- 7- Quand dit-on qu'une lentille est convergente ?
- 8- Qu'arrive-t-il quand la lumière tombe sur le chlorure d'argent ?
- 9- Qu'est-ce que le diaphragme d'un appareil photographique ?
- 10- Qu'est-ce qu'un flash électronique ?

=====